

**Bloc filtrant pour la filtration de particules contenues dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne**

L'invention se rapporte à un bloc filtrant pour la filtration des particules contenues dans les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, en particulier du type diesel, et à un corps filtrant comportant au moins un bloc filtrant selon l'invention.

Des structures poreuses en nid d'abeille sont utilisées comme corps filtrants pour la filtration des particules émises par les véhicules diesel. Généralement, ces corps filtrants sont en céramique (cordiélite, carbure de silicium, ...). Ils peuvent être monolithiques ou bien constitués de différents blocs. Dans ce dernier cas, les blocs sont assemblés entre eux par collage au moyen d'un ciment céramique. Le tout est ensuite usiné pour prendre la section souhaitée, circulaire ou elliptique en générale. Le corps filtrant comporte une pluralité de canaux. Il est inséré dans une enceinte métallique. Chaque canal est obturé à l'une ou l'autre de ses extrémités. Il existe ainsi des canaux d'entrée et des canaux de sortie. Les gaz d'échappement sont ainsi contraints à traverser les parois latérales des canaux d'entrée pour rejoindre les canaux de sortie ; c'est ainsi que les particules ou suies se déposent dans le corps filtrant.

Après un certain temps d'utilisation, des suies s'accumulent dans les canaux du corps filtrant ce qui augmente la perte de charge due au filtre et altère les performances du moteur. Pour cette raison, le corps filtrant doit être régénéré régulièrement, classiquement après environ 7 à 10 heures de fonctionnement, quand la perte de charge a atteint une valeur d'environ 150 dPa (pour un moteur d'environ 2 litres de cylindrée fonctionnant sur autoroute avec un corps filtrant d'environ 4 litres).

La régénération consiste à oxyder les suies. Pour ce faire, il est nécessaire de chauffer celles-ci puisque la température des gaz d'échappement est de l'ordre de 300°C alors que la température d'auto inflammation des suies est plutôt de l'ordre de 600°C, dans des conditions de fonctionnement classiques. Malgré cette régénération, des résidus de combustion restent dans le corps filtrant. Ainsi, la perte de charge induite par le corps filtrant après régénération est toujours plus importante que celle induite par le corps filtrant avant régénération. Ce phénomène d'encrassement se poursuit à chaque régénération et il est nécessaire de nettoyer

complètement le bloc filtrant chez le garagiste, par exemple tous les 80 000 km. Ce nettoyage constitue un inconvénient à l'utilisation des corps filtrants.

FR 2 473 113 propose un corps filtrant qu'il est possible d'obtenir par extrusion et présentant des canaux d'entrée de section transversale supérieure à celle des canaux de sortie. Les auteurs indiquent une surface de filtration de 7,89 cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup> de bloc filtrant (soit 0,789 m<sup>2</sup>/l) avec une section transversale des canaux d'entrée constante et inférieure à 12,9 mm<sup>2</sup> et une épaisseur de paroi inférieure ou égale à 0,7 mm.

Le corps filtrant décrit dans FR 2 473 113 induit cependant une perte de charge importante, ce qui signifie que le corps filtrant doit être régénéré fréquemment. L'exploitation industrielle de ce corps filtrant est donc difficilement envisageable.

Il existe donc un besoin pour un corps filtrant présentant une perte de charge réduite, à tout moment de sa durée de vie, et nécessitant ainsi un nettoyage moins fréquent. L'invention vise à satisfaire ce besoin.

Plus particulièrement, l'invention concerne un bloc filtrant pour la filtration des particules contenues dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, comprenant des ensembles imbriqués de canaux d'entrée et de canaux de sortie adjacents, lesdits canaux d'entrée et de sortie étant en communication de fluide par leurs parois latérales, lesdites parois latérales présentant, en coupe transversale, une ondulation déterminée de manière à accroître le volume global des canaux d'entrée aux dépens de celui des canaux de sortie, et le volume global des canaux d'entrée étant supérieur à celui des canaux de sortie, remarquable en ce que

- le diamètre hydraulique desdits canaux de sortie est compris entre 0,9 et 1,4 mm, de préférence supérieur à 0,95 mm,
- le rapport  $r$  du volume global des canaux d'entrée sur le volume global des canaux de sortie est compris entre 1,15 et 4, de préférence supérieur à 1,35 et/ou inférieur à 3,
- la surface de filtration est comprise entre 0,825 m<sup>2</sup> et 1,4 m<sup>2</sup> par litre dudit bloc filtrant, de préférence supérieure à 0,92 m<sup>2</sup>,
- le taux d'asymétrie de ladite ondulation est inférieur à 20%.

Comme on le verra plus en détail dans la suite de la description, cette particularité permet de diminuer sensiblement la perte de charge induite par le bloc

filtrant, et donc de diminuer la fréquence de la régénération du corps filtrant auquel il appartient.

Selon d'autres caractéristiques préférées de l'invention,

- 5 – lesdits canaux de sortie ont une section transversale de surface constante sur toute la longueur dudit bloc filtrant ;
- lesdits canaux d'entrée et de sortie sont rectilignes et parallèles ;
- lesdits canaux d'entrée et de sortie sont agencés les uns par rapport aux autres de manière que l'intégralité du gaz filtré par un canal d'entrée quelconque passe dans des canaux de sortie adjacents audit canal d'entrée ;
- 10 – ladite ondulation présente, en coupe transversale, une forme sinusoïdale; le taux d'asymétrie de ladite ondulation est inférieur à 15%, de préférence inférieur à 12%, et/ou supérieur à 5%, de préférence supérieur à 6%;
- ladite ondulation est périodique et une demi-période de ladite ondulation s'étend sur la largeur d'un desdits canaux.
- 15 – lesdits canaux d'entrée et de sortie sont disposés en alternance suivant un rang horizontal ou vertical quelconque dudit bloc, formant ainsi sur la face avant ou arrière du bloc une structure en damier.

L'invention concerne également un corps filtrant destiné à un filtre à particules, remarquable en ce qu'il comporte au moins un bloc filtrant conforme à l'invention.

- 20 La description qui va suivre, faite en se référant au dessin annexé, ainsi que les exemples permettront de mieux comprendre et apprécier les avantages de l'invention. Dans ce dessin :

- 25 – la figure 1a est une vue partielle de la face avant (c'est-à-dire celle sur laquelle les gaz d'échappement arrivent) d'un bloc filtrant de l'art antérieur, alors que la figure 1b est une vue en coupe de ce bloc selon le trait de coupe AA de la figure 1a et que la figure 1c est une vue en coupe transversale d'une filière d'extrusion conçue pour fabriquer ce bloc filtrant,
- les figures 2a à 2c sont des vues analogues à celles des figures 1a à 1c, respectivement, et illustrent un premier mode de réalisation d'un corps filtrant
- 30 suivant l'invention,
- la figure 3 est une vue partielle de la face avant d'un bloc filtrant selon l'invention, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 4 est un graphe représentant la perte de charge en fonction du temps d'utilisation, pour différents corps filtrants neufs, dits « propres », testés.
- la figure 5 est un graphe représentant la perte de charge en fonction du temps d'utilisation, pour différents corps filtrants testés dans lesquels les résidus de combustion occupent un volume correspondant à 50% du volume des canaux d'entrée du filtre de référence, ce qui correspond à une distance parcourue par le véhicule d'environ 80 000 km. De tels corps filtrants sont dits "encrassés". Les résidus sont généralement dans le fond du canal d'entrée.

Toutes les figures 1 à 3 correspondent à des vues partielles de blocs filtrants. Il peut en fait s'agir de la vue partielle d'un corps filtrant monolithique ou bien de la vue partielle d'un corps filtrant formé par assemblage de blocs filtrants.

Sur ces figures, l'épaisseur des parois séparant les différents canaux n'est pas à l'échelle et ne constitue pas une limite à l'invention.

La figure 1a schématise la face avant d'un bloc filtrant utilisé actuellement pour retenir les particules contenues dans les gaz d'échappement de véhicules automobiles propulsés par un moteur diesel. Ce bloc filtrant comporte des canaux tous identiques dont la section transversale est carrée et de dimension constante dans toute la longueur du corps filtrant. Sur cette face avant, un canal sur deux est bouché. Les canaux 1 et 2 sont ouverts et constituent donc des canaux dits d'entrée. Les canaux 3 et 4 sont bouchés et constituent donc des canaux dits de sortie. La figure 1b est une vue de coupe longitudinale selon le trait AA de la figure 1a. Le flux F des gaz d'échappement entre dans le bloc filtrant par les canaux d'entrée et traverse ensuite les parois latérales des canaux pour rejoindre les canaux de sortie. La figure 1c est une vue de coupe transversale de la filière d'extrusion utilisée pour fabriquer les blocs filtrants utilisés actuellement et représentés selon la figure 1a. Sur cette vue, les traits pleins représentent les parties évidées par usinage et dans lesquelles la pâte céramique pourra passer.

La figure 2a schématise la face avant d'un premier mode de réalisation d'un bloc filtrant selon l'invention. Les canaux 10 et 11 sont ouverts et constituent les canaux d'entrée. Les canaux 12 et 13 sont bouchés et constituent les canaux de sortie. Les canaux sont organisés selon un réseau de canaux de section transversale triangulaire déformée pour accroître le volume global des canaux d'entrée aux dépens de celui des canaux de sortie. C'est ainsi qu'une paroi

intermédiaire, non plane, entre un canal d'entrée et un canal de sortie peut être concave du côté du canal d'entrée, comme représenté à la figure 2a, et convexe du côté du canal de sortie.

La figure 2b est une vue en coupe selon le trait AA de la figure 2a. Le flux F  
5 des gaz d'échappement entre dans le corps filtrant par les canaux d'entrée et traverse ensuite les parois des canaux pour rejoindre les canaux de sortie. Du fait de l'accroissement du volume global des canaux d'entrée mentionné plus haut, la surface disponible sur les parois des canaux d'entrée ou "surface de filtration" se trouve augmentée (au détriment de celle des canaux de sortie) par rapport à un  
10 corps filtrant de l'art antérieur tel que celui de la figure 1.

Toute la surface des canaux d'entrée sert avantageusement à la filtration des gaz d'échappement. En effet, il n'existe pas de zone(s) d'un ou plusieurs canal(aux) d'entrée qui débouche(nt) dans un autre canal d'entrée, zone(s) qui ne peu(ven)t être utile(s) à la filtration puisque les gaz d'échappement peuvent la (les) traverser  
15 dans les deux sens.

De préférence, les canaux d'entrée et de sortie sont parallèles et rectilignes. Avantageusement, il est ainsi possible de fabriquer le bloc filtrant selon l'invention par extrusion.

La figure 2c est une vue de coupe transversale de la filière d'extrusion  
20 utilisée pour réaliser le bloc filtrant de la figure 3a ; vue sur laquelle les traits pleins représentent les parties évidées par usinage et dans lesquelles la pâte céramique pourra passer. Cette filière permet de fabriquer des canaux de sections transversales constantes sur toute la longueur du bloc filtrant, ce qui facilite leur extrusion.

25 Les canaux sont rectilignes suivant la longueur du corps filtrant. Ainsi, en coupe longitudinale (voir figure 2b), les canaux ont une section droite et constante sur toute leur longueur L. La fabrication des blocs filtrants en est facilitée.

Les canaux d'entrée ont une section transversale supérieure à celle des canaux de sortie afin d'augmenter le volume disponible pour le stockage des suies.  
30 Les canaux d'entrée et de sortie sont agencés les uns par rapport aux autres de manière que l'intégralité du gaz filtré par un canal d'entrée quelconque passe dans des canaux de sortie adjacents à ce canal d'entrée, ce qui optimise la surface de filtration disponible pour un volume de bloc filtrant déterminé.

La figure 3 schématise la face avant d'un autre mode de réalisation d'un bloc filtrant selon l'invention. Les canaux 10 et 11 sont ouverts et constituent les canaux d'entrée. Les canaux 12 et 13 sont bouchés et constituent les canaux de sortie. Les canaux sont organisés selon un réseau de canaux de section transversale carrée déformée pour accroître le volume global des canaux d'entrée aux dépens de celui des canaux de sortie. Selon un rang horizontal (x) ou vertical (y) quelconque, les canaux d'entrée et de sortie sont disposés en alternance, formant une structure en damier. La paroi latérale 14 d'un canal d'entrée 11 est donc formée de quatre portions de paroi latérale 14a-14d séparant le volume intérieur de ce canal des quatre volumes intérieurs des quatre canaux de sortie adjacents, respectivement.

De préférence, une paroi intermédiaire 15, non plane, séparant deux rangs horizontaux  $R_1$  et  $R_2$ , et/ou deux rangs verticaux, de canaux (et donc formée par un ensemble de portions de parois latérales, référencées 16<sub>1</sub> à 16<sub>8</sub>, de ces canaux) est concave du côté des canaux d'entrée et convexe du côté des canaux de sortie.

En suivant un rang horizontal (selon l'axe x) ou vertical (selon l'axe y) de canaux, la paroi intermédiaire 15, présente de préférence, en coupe transversale, une forme ondulée ou « en vague » (« wavy » en anglais), la paroi 15 ondulant sensiblement d'une demi longueur d'ondulation sur la largeur d'un canal.

On appelle "longueur" d'une ondulation, la distance séparant deux points de cette ondulation localisée à une même hauteur, avec le même sens de variation de pente. Dans le cas d'une ondulation périodique, la "longueur" de l'ondulation est appelée "période".

De préférence l'ondulation est périodique, mais l'amplitude des ondulations peut être constante ou variable. De préférence cette amplitude est constante. De préférence encore, l'ondulation présente une forme sinusoïdale dont la demi-période est égale au pas "p" du réseau de canaux, comme représenté sur la figure 3.

De préférence enfin, toutes les parois intermédiaires 15 d'un bloc, s'étendant verticalement ou horizontalement, présentent, en coupe transversale, une ondulation de forme identique.

Le « taux d'asymétrie » désigne le rapport entre l'amplitude « h » et la demi longueur de ladite ondulation (ou entre l'amplitude "h" et la demi-période dans le cas d'une ondulation périodique). Les exemples suivants, résumés dans le tableau 1,

sont fournis à titre illustratif et non limitatif. Les figures 4 et 5 représentent les courbes d'augmentation de la perte de charge en fonction du temps correspondant à certains exemples du tableau 1, avec des filtres propres et encrassés, respectivement.

- 5 Les corps filtrants testés étaient constitués par l'assemblage de 16 blocs filtrants solidarisés par un joint d'épaisseur 1 mm. Ces corps filtrants étaient cylindriques avec un diamètre de 144 mm et une longueur de 9 pouces (soit 228,6 mm). Les canaux étaient du type de ceux représentés sur la figure 4, les parois ayant un profil sensiblement sinusoïdal, et les canaux de sortie et d'entrée
- 10 ayant une section transversale de surface constante sur toute la longueur L du corps filtrant.

- Pour les besoins des calculs, les gaz d'échappement ont été introduits dans les canaux d'entrée des corps filtrants testés à une température de 250°C et avec un débit de 320 m<sup>3</sup>/heure. La concentration en particules dans ces gaz d'échappement
- 15 était de 2,2 10<sup>-5</sup> kg/m<sup>3</sup>.

Pour les tests des corps filtrants encrassés, la concentration en résidus de combustion dans les canaux d'entrée était de 1,8 10<sup>-9</sup> m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de gaz d'échappement.

- L'exemple de référence « Ref » correspond à un filtre constitué par l'assemblage de 16 blocs filtrants solidarisés par un joint d'épaisseur 1 mm. Ce filtre
- 20 était cylindrique avec un diamètre de 144 mm et une longueur de 9 pouces (soit 228,6 mm). Les canaux étaient du type de ceux représentés sur la figure 1, les canaux de sortie et d'entrée ayant une section transversale carrée de surface constante sur toute la longueur L du corps filtrant. Le pas du réseau était de 1,8 mm et l'épaisseur des parois de 350 µm.

- 25 Les calculs des surfaces de filtration, des volumes de canaux et des pertes de charge ont été réalisés par l'Institut de Mécaniques des Fluides de Toulouse (France).

Par « diamètre hydraulique » d'une section transversale ou d'un canal, on entend le rapport entre quatre fois la section du canal et le périmètre du canal.

- 30 La densité de canaux est mesurée en nombre de canaux par pouce carré (cps, c'est-à-dire, en anglais, « cells per square inch »).

Ve désigne le volume total des canaux d'entrée, Vs le volume total des canaux de sortie. On définit le rapport r de la manière suivante :  $r = V_e/V_s$ .

Par « surface de filtration », on entend la surface des parois des canaux d'entrée susceptible d'être traversée par le flux gazeux à filtrer. La surface de filtration est évaluée en mètres carrés par litre de bloc filtrant.

Les performances d'un corps filtrant sont évaluées par la mesure de la durée « t » en minutes pour atteindre une perte de charge « dP » déterminée, et par la perte de charge initiale (dP pour t = 0). La mesure de la durée « t » en minutes pour atteindre une perte de charge « dP » de x mbar est notée  $t_x$ .

On considère qu'il est avantageux qu'un corps filtrant respecte les critères suivants :

- Perte de charge initiale inférieure à 50 mbar ;
- $t_{100} \geq 300$  pour un filtre propre ;
- $t_{150} \geq 500$  pour un filtre propre ;
- $t_{150} \geq 200$  pour un filtre encrassé.

Tableau 1

	Densité de canaux (cpsi)	Epaisseur paroi (µm)	Taux d'asymétrie	$r = V_e/V_s$	Diamètre hydraulique des canaux de sortie (mm)	Surface de filtration par litre de bloc filtrant (m <sup>2</sup> /l)	t (min) pour dP égale à 150 mbar (bloc filtrant propre)	t (min) pour dP égale à 100 mbar (bloc filtrant propre)	t (min) pour dP égale à 150 mbar (bloc filtrant encrassé)	dP (mbar) pour t=0 (bloc filtrant propre)
Ref.	200	350	0	1	1,45	0,918	481	319	134	26,7
Ex1	250	350	0	1	1,26	0,997	495	341	ND	28,7
Ex2	250	350	10%	1,986	1,03	1,149	>600	443	279	33,9
Ex3	250	350	20%	4,806	0,74	1,283	522	100	ND	89,6
Ex4	250	300	10%	1,867	1,09	1,183	>600	508	337	27,8
Ex5	250	300	15%	2,66	0,97	1,25	>600	514	ND	36,8
Ex6	250	300	20%	4,061	0,82	1,314	>600	376	ND	60,5
Ex7	250	400	10%	2,099	0,97	1,115	>600	372	ND	41,8
Ex8	200	350	10%	1,883	1,2	1,05	>600	412	264	29,7
Ex9	200	350	15%	2,723	1,06	1,111	>600	411	309	38,7
Ex10	200	350	20%	4,223	0,89	1,168	>600	281	284	63,8
Ex11	300	350	10%	2,054	0,9	1,233	>600	446	ND	39,5
Ex12	200	350	2%	1,132	1,4	0,946	516	342	160	26,3
Ex13	200	350	5%	1,365	1,33	0,987	566	374	200	26,6
Ex14	100	500	10%	1,367	1,88	0,696	307	180	121	35,7
Ex15	150	400	10%	1,363	1,54	0,856	441	288	200	28,8

« ND » signifie « non disponible ».



Le tableau 1 et les figures 5 et 6 permettent de faire les constats suivants :

Pour les corps filtrants neufs, plus la surface de filtration est grande, plus l'augmentation, dans le temps, de la perte de charge est lente. Autrement dit, la pente de chargement est d'autant plus faible que la surface de filtration est grande.

- 5 La surface de filtration n'est cependant pas le seul critère comme le montre une comparaison de l'exemple 15 et de l'exemple de référence. Cette comparaison fait apparaître que, selon l'invention, un rapport  $r$  supérieur permet avantageusement de compenser une surface de filtration inférieure lorsque les filtres sont encrassés.

- 10 Sans être lié par aucune théorie, la Demanderesse explique ce phénomène de la manière suivante.

- 15 Un rapport  $r$  élevé signifie un plus grand volume dans les canaux d'entrée pour stocker les résidus de combustion. Pour une surface de filtration et un volume de résidus de combustion (c'est-à-dire un nombre de régénérations) donnés, la proportion de la surface de filtration inefficace du fait d'un recouvrement par les résidus de combustion est donc plus faible. Il en résulte une perte de charge induite plus faible. Entre deux régénérations, la perte de charge induite par le corps filtrant augmente donc plus lentement.

- 20 En outre, le plus grand volume dans les canaux d'entrée permet de stocker une plus grande quantité de résidus de combustion. Le nombre de régénérations avant démontage/remontage du filtre peut donc être augmenté.

A épaisseur de paroi constante, une augmentation du taux d'asymétrie implique une augmentation de capacité de stockage des canaux d'entrée et une augmentation de la surface de filtration du bloc.

- 25 Le taux d'asymétrie ne doit cependant pas être augmenté excessivement sous peine d'entraîner une réduction de la section des canaux de sortie telle qu'il en résulte une augmentation préjudiciable de la perte de charge.

Un compromis doit donc être déterminé. De préférence, le taux d'asymétrie est inférieur à 20%, de préférence à 15%, de préférence inférieur à 12%, et supérieur à 5%, de préférence supérieur à 6%.

- 30 Selon l'invention, la durée entre deux opérations de démontage/nettoyage du corps filtrant est donc augmentée non seulement du fait d'un encrassement résiduel de la surface de filtration par les résidus de combustion plus faible après chaque régénération, ce qui permet un encrassement par les suies plus lent entre

deux régénérations, mais aussi du fait qu'un plus grand nombre de régénérations est possible, le volume de stockage des résidus de combustion étant plus grand.

L'automobiliste pourra donc parcourir un plus grand nombre de kilomètres sans faire de maintenance sur le filtre.

- 5                    Selon l'invention, on considère qu'il est optimal d'avoir
- un rapport  $r$  supérieur ou égal à 1,15, de préférence supérieur à 1,35, et inférieur à 4 et, de préférence inférieur à 3,
  - une surface de filtration au moins égale à  $0,825 \text{ m}^2$  par litre de bloc filtrant, de préférence supérieure ou égale à  $0,92 \text{ m}^2$  par litre de bloc
- 10                    filtrant.

Les canaux de sortie et d'entrée ayant une section transversale de surface constante sur toute la longueur du bloc filtrant, l'augmentation du rapport  $r$  résulte d'une augmentation du diamètre hydraulique des canaux d'entrée et/ou d'une diminution du diamètre hydraulique des canaux de sortie. On constate sur le tableau

15                    1 (voir notamment les exemples 3, 6 et 10) que lorsque le diamètre hydraulique des canaux de sortie est très faible, la perte de charge induite par le corps filtrant propre est beaucoup trop élevée. Ceci peut être rédhibitoire puisque l'homologation en puissance des moteurs tient compte de la ligne d'échappement.

20                    Selon l'invention, le diamètre hydraulique des canaux de sortie doit être supérieur ou égal à 0,9 mm et, de préférence, compris entre 0,95 et 1,4 mm.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés ci-dessus, fournis à titre illustratif et non limitatif.

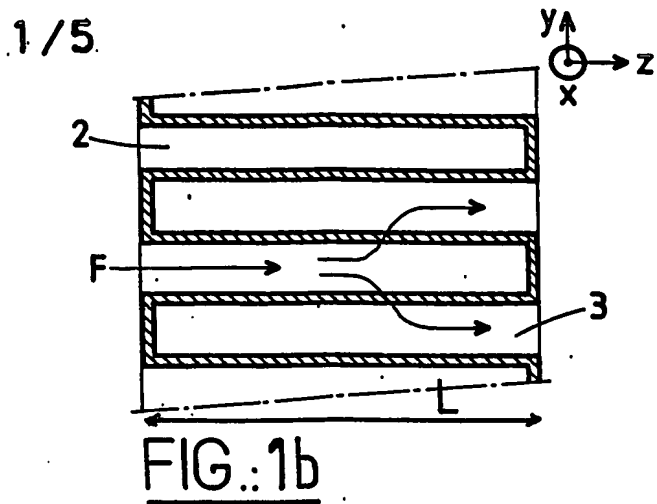
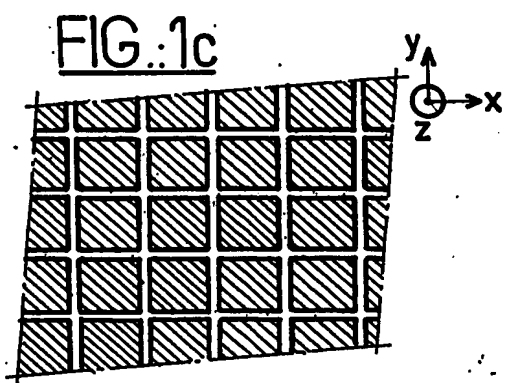
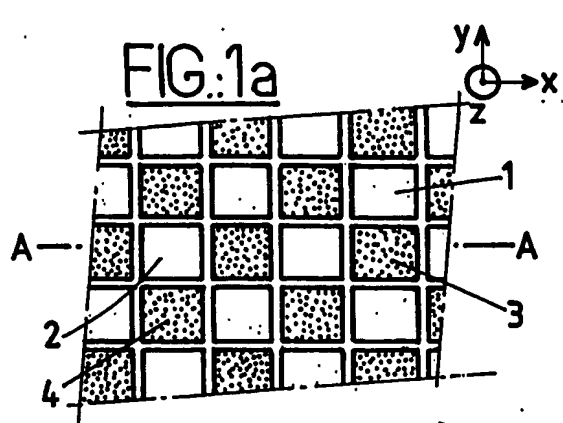
Ainsi l'invention concerne également un corps filtrant monolithique. Le bloc filtrant pourrait avoir une forme quelconque, un arrangement de canaux quelconque.

25                    Enfin, la section transversale des canaux n'est pas limitée aux formes décrites.

**REVENDEICATIONS**

1. Bloc filtrant pour la filtration des particules contenues dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, comprenant des ensembles imbriqués de canaux d'entrée (10, 11) et de canaux de sortie (12, 13) adjacents et en communication de fluide par leurs parois latérales, ledit bloc comportant un ensemble de portions de parois latérales (16<sub>1</sub>-16<sub>8</sub>) formant une paroi intermédiaire (15) entre des canaux d'entrée (10, 11) et de sortie (12, 13) et présentant, en coupe transversale, une ondulation déterminée de manière à accroître le volume global desdits canaux d'entrée (10, 11) aux dépens de celui des canaux de sortie (12, 13), et le volume global (V<sub>e</sub>) desdits canaux d'entrée (10, 11) étant supérieur à celui (V<sub>s</sub>) desdits canaux de sortie (12, 13), caractérisé en ce que
  - le diamètre hydraulique desdits canaux de sortie (12, 13) est compris entre 0,9 et 1,4 mm,
  - le rapport r du volume global (V<sub>e</sub>) des canaux d'entrée (10, 11) sur le volume global (V<sub>s</sub>) des canaux de sortie (12, 13) est compris entre 1,15 et 4,
  - la surface de filtration est comprise entre 0,825 m<sup>2</sup> et 1,4 m<sup>2</sup> par litre dudit bloc filtrant,
  - le taux d'asymétrie de ladite ondulation est inférieur à 20%.
2. Bloc filtrant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre hydraulique desdits canaux de sortie (12, 13) est supérieur à 0,95 mm.
3. Bloc filtrant selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit rapport r supérieur à 1,35.
4. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit rapport r est inférieur à 3.
5. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de filtration est supérieure à 0,92 m<sup>2</sup> par litre dudit bloc filtrant.
6. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits canaux de sortie (12, 13) ont une section transversale de surface constante sur toute la longueur (L) dudit bloc filtrant.

7. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits canaux d'entrée (10, 11) et de sortie (12, 13) sont rectilignes et parallèles.
- 5 8. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits canaux d'entrée (10, 11) et de sortie (12, 13) sont agencés les uns par rapport aux autres de manière que l'intégralité du gaz filtré par un canal d'entrée quelconque (10, 11) passe dans des canaux de sortie (12, 13) adjacents audit canal d'entrée (10, 11).
- 10 9. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'asymétrie de ladite ondulation est inférieur à 15%.
10. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'asymétrie de ladite ondulation est inférieur à 12%.
11. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'asymétrie de ladite ondulation est supérieur à 5%.
- 15 12. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite ondulation est périodique et une demi-période de ladite ondulation s'étend sur la largeur d'un desdits canaux (10, 11, 12, 13).
13. Bloc filtrant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite ondulation présente, en coupe transversale, une forme sinusoïdale.
- 20 14. Corps filtrant destiné à un filtre à particules, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un bloc conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.



2/5

FIG.: 2a

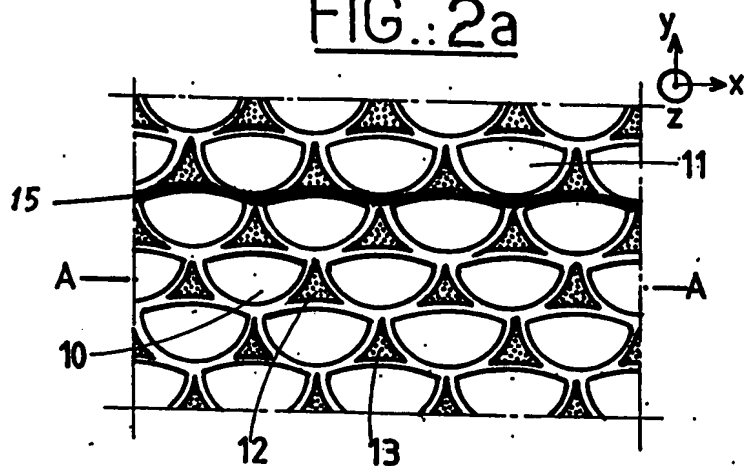


FIG.: 2b

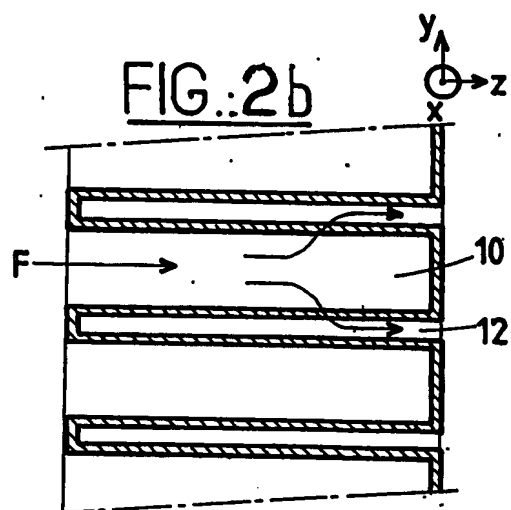
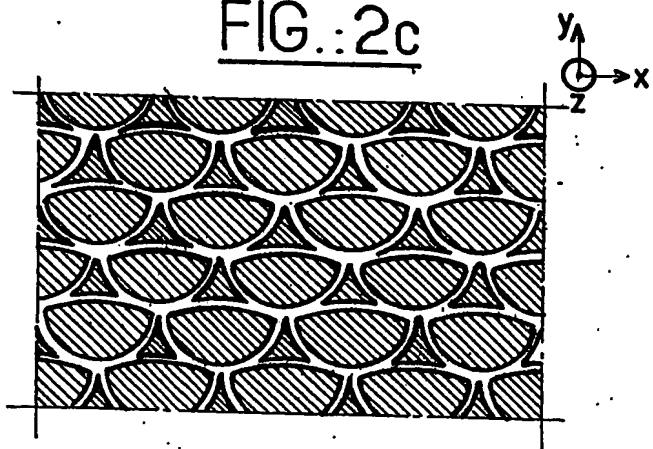
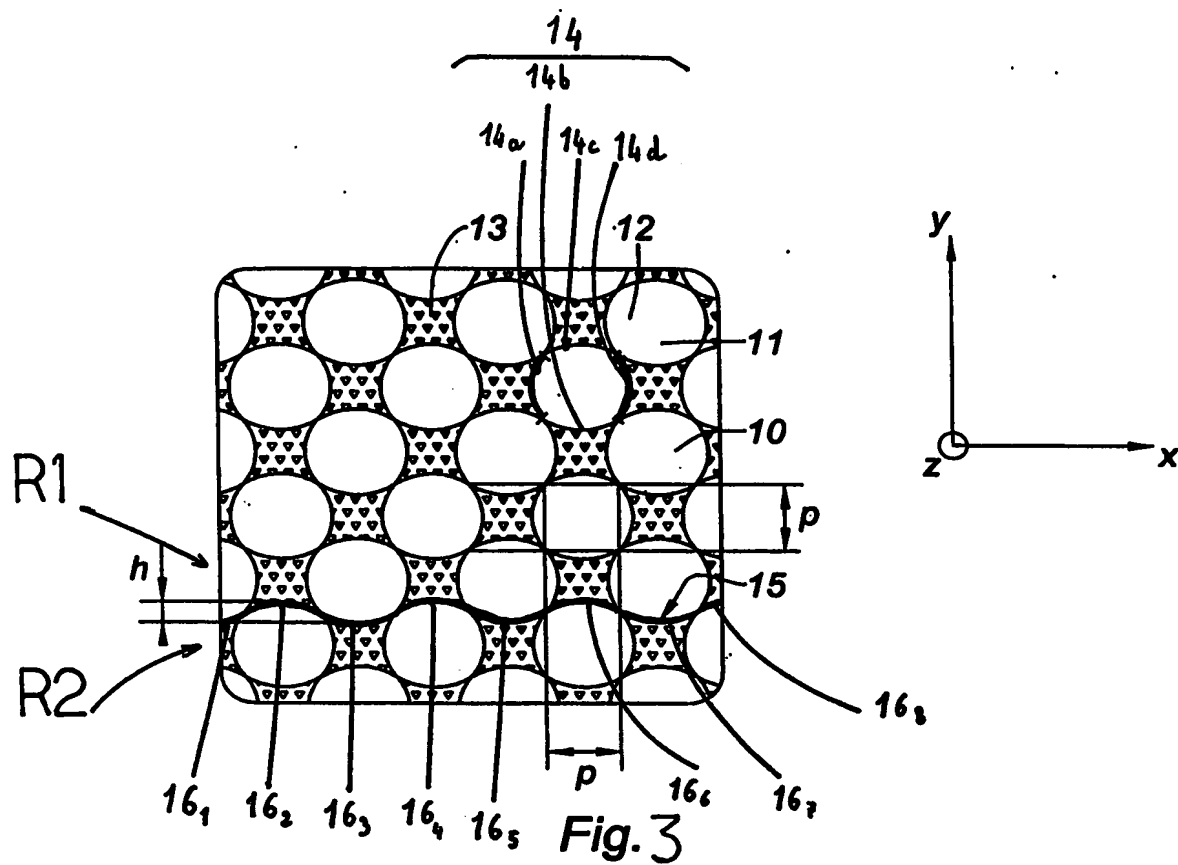


FIG.: 2c

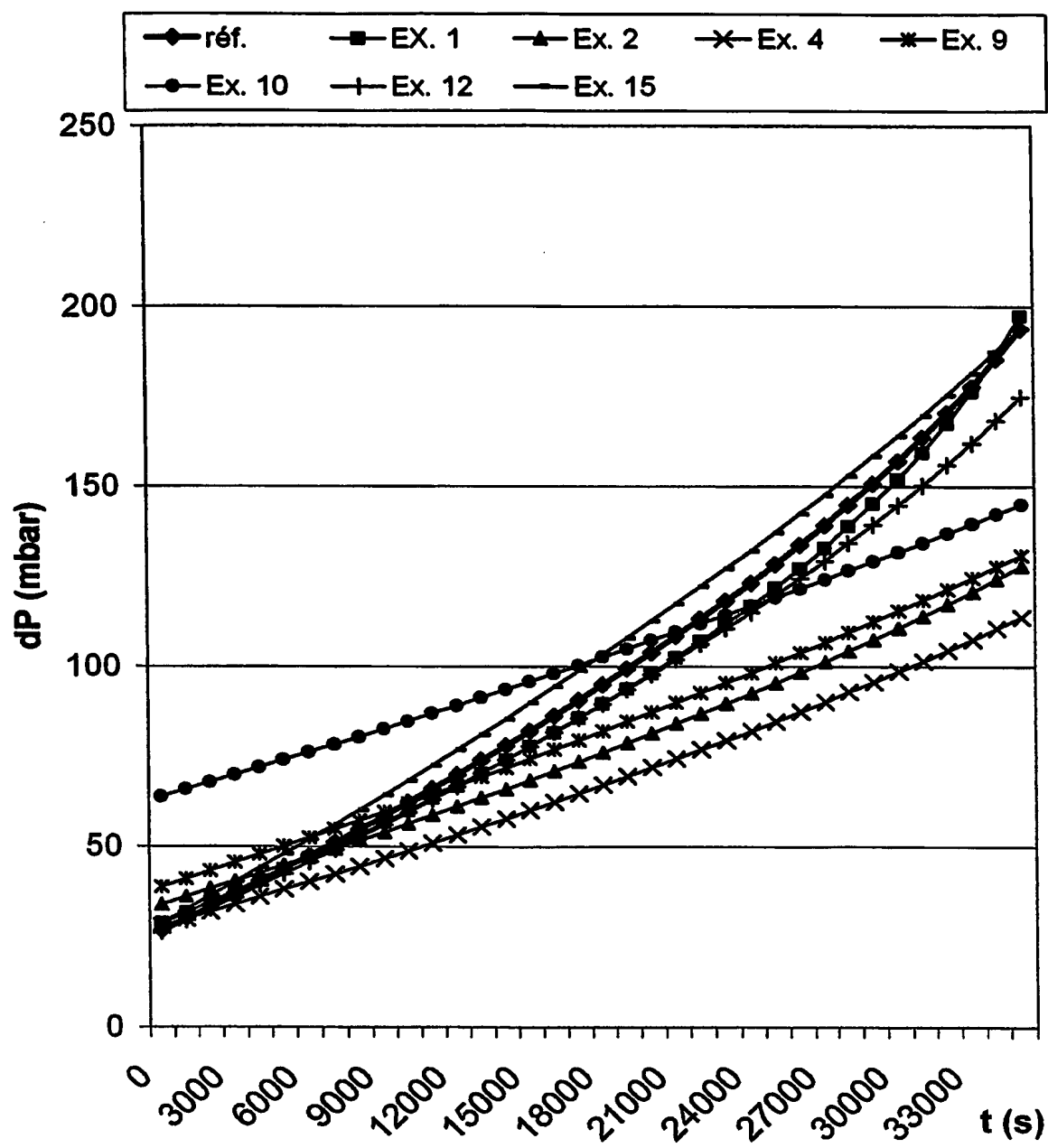


3/5



4/5

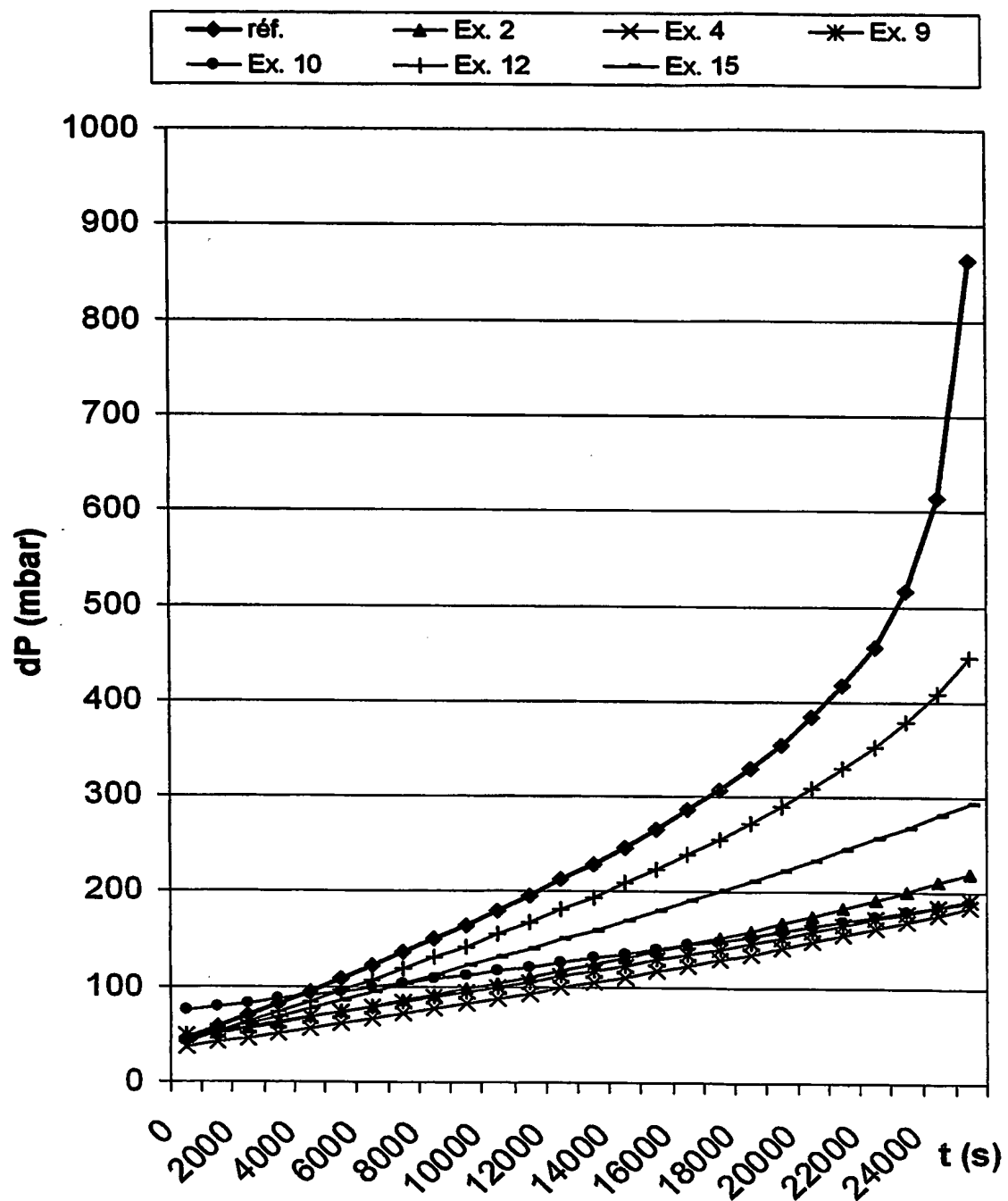
Fig. 3





5/5

Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/001855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B01D46/24 F01N3/022

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 473 113 A (GEN MOTORS CORP) 10 July 1981 (1981-07-10) cited in the application page 12, line 7 - page 13, line 30; figures 5k-5n	1-14
A	FR 2 789 327 A (ECIA EQUIP COMPOSANTS IND AUTO) 11 August 2000 (2000-08-11) page 5, line 27 - page 8, line 5; figures 1-5	1-14
A	US 2003/041730 A1 (MARCHER JOHNNY ET AL) 6 March 2003 (2003-03-06) page 2, paragraph 14	1-14
A	DE 100 37 403 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 14 February 2002 (2002-02-14) column 2, paragraph 17 - paragraph 18; figures 2,3	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 January 2005

Date of mailing of the international search report

24/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P. B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/001855

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2473113	A	10-07-1981	US 4276071 A	30-06-1981
			CA 1145269 A1	26-04-1983
			DE 3043996 A1	19-06-1981
			FR 2473113 A1	10-07-1981
			GB 2064361 A ,B	17-06-1981
			JP 56124418 A	30-09-1981
<hr/>				
FR 2789327	A	11-08-2000	FR 2789327 A1	11-08-2000
<hr/>				
US 2003041730	A1	06-03-2003	EP 1423266 A2	02-06-2004
			TW 570836 B	11-01-2004
			WO 03020407 A2	13-03-2003
			US 2003044572 A1	06-03-2003
			US 2004128965 A1	08-07-2004
<hr/>				
DE 10037403	A	14-02-2002	DE 10037403 A1	14-02-2002
			WO 0210562 A1	07-02-2002
<hr/>				

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001855

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
 CIB 7 B01D46/24 F01N3/022

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B01D F01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 473 113 A (GEN MOTORS CORP) 10 juillet 1981 (1981-07-10) cité dans la demande page 12, ligne 7 - page 13, ligne 30; figures 5k-5n	1-14
A	FR 2 789 327 A (ECIA EQUIP COMPOSANTS IND AUTO) 11 août 2000 (2000-08-11) page 5, ligne 27 - page 8, ligne 5; figures 1-5	1-14
A	US 2003/041730 A1 (MARCHER JOHNNY ET AL) 6 mars 2003 (2003-03-06) page 2, alinéa 14	1-14
A	DE 100 37 403 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 14 février 2002 (2002-02-14) colonne 2, alinéa 17 - alinéa 18; figures 2,3	1-14



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités.

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 janvier 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/01/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Torle, E

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2473113	A	10-07-1981	US 4276071 A	30-06-1981
			CA 1145269 A1	26-04-1983
			DE 3043996 A1	19-06-1981
			FR 2473113 A1	10-07-1981
			GB 2064361 A , B	17-06-1981
			JP 56124418 A	30-09-1981
FR 2789327	A	11-08-2000	FR 2789327 A1	11-08-2000
US 2003041730	A1	06-03-2003	EP 1423266 A2	02-06-2004
			TW 570836 B	11-01-2004
			WO 03020407 A2	13-03-2003
			US 2003044572 A1	06-03-2003
			US 2004128965 A1	08-07-2004
DE 10037403	A	14-02-2002	DE 10037403 A1	14-02-2002
			WO 0210562 A1	07-02-2002